

mgr inż. Dariusz Prokop

rozprawa doktorska nt.: "Zastosowanie wieloczuJNIKOWEGO optoelektronicznego systemu pomiarowego do badania przebiegów fali tętna"

Streszczenie

Tematyka pracy mieści się w obszarze metrologii optoelektronicznej i biomedycznej. Dotyczy biopomiarów bazujących na zjawiskach optycznych zachodzących w obiekcie biologicznym, a w szczególności nieinwazyjnej fotopletyzmozografii (PPG). Fotopletyzmozografia jest optoelektroniczną metodą badania przebiegu fali tętna poprzez oddziaływanie promieniowania optycznego na warstwy tkanek. Pomimo tłumiącego charakteru naczyń obwodowych, pozyskiwany za pomocą czujnika sygnał PPG zawiera cechy przebiegu fali tętna.

Celem rozprawy jest opracowanie i konstrukcja wielokanałowego systemu pomiarowego do nieinwazyjnej detekcji, rejestracji i analizy sygnałów PPG za pomocą odbiciowych czujników optoelektronicznych. Założono, że czujniki mogą być umieszczone w różnych miejscach na powierzchni ciała człowieka. Rozpatrywany w pracy odbiciowy wariant interakcji promieniowanie optyczne- obiekt, w porównaniu do jednoczuJNIKOWYCH rozwiązań transmisyjnych, znacznie poszerza możliwości aplikacyjne pozyskiwania sygnału PPG i analizy jego parametrów.

W syntetycznej formie przedstawiono właściwości optyczne obiektów biologicznych i zachodzące interakcje podczas propagacji promieniowania optycznego w tkankach. Omówiono zjawiska biorące udział w powstaniu i propagacji fali tętna oraz scharakteryzowano podstawy fizyczne optoelektronicznych metod pozyskiwania sygnału PPG i czynników warunkujących jego poprawną detekcję.

Przedstawiono podstawy metod analizy i przetwarzania sygnałów, które stanowiły punkt wyjścia do opracowania autorskiego specjalistycznego oprogramowania, wspomagającego sterowanie pracą systemu oraz przetwarzanie i analizę pozyskanych sygnałów PPG. Wybór i działanie zastosowanych procedur numerycznych ukierunkowano na efektywne przetwarzanie fali tętna jako głównej składowej tych sygnałów.

Zaprezentowano opracowany wielokanałowy mobilny system pomiarowy, w którym wykorzystano autorskie czujniki odbiciowe. Wybór odpowiedniej struktury czujników został poprzedzony licznymi badaniami wpływu ich parametrów elektrycznych, optycznych i mechanicznych na parametry pozyskiwanego sygnału PPG. Sprawdzone również warianty konstrukcji modułów systemu pomiarowego i przedstawiono wyniki eksperymentalnego sprawdzenia jego parametrów oraz prawidłowości działania przy zastosowaniu wybranych procedur testowych.

Przy udziale reprezentatywnej grupy osób-ochotników przeprowadzono liczne badania eksperymentalne za pomocą zestawu czujników odbiciowych, umieszczonych w wybranych miejscach ciała. Uzyskano szereg wniosków poznawczych i przydatnych w praktyce. Uzasadniają one celowość zastosowania wielokanałowego systemu pomiarowego do detekcji, rejestracji i analizy sygnałów PPG, pozyskiwanych jednocześnie z odpowiednich miejsc na powierzchni ciała, m.in. na potrzeby porównywania przebiegów fali tętna.

Dariusz Prokop

Dariusz Prokop, M.Sc.

PhD thesis on: "Application of a multisensor optoelectronic measuring system for examination of the pulse waveform"

Summary

The subject of the work is connected with the optoelectronic and biomedical metrology. It relates to biomeasurements basing on optical phenomena existing in a biological object, with special consideration of the noninvasive photoplethysmography (PPG). Photoplethysmography is an optoelectronic method of pulse waveform examination by influencing of optical radiation on the tissue layers. Despite the attenuation of peripheral blood vessels, a PPG signal to be acquired with a sensor contains the attributes of a given pulse waveform.

The main aim of the thesis is to design and construct a multichannel measuring system for noninvasive detection, recording and analysis of PPG signals with reflectance optoelectronic sensors. It was assumed that the sensors may be placed in different sites of human body surface. The reflectance variant of the interaction between optical radiation and the examined object significantly broadens application possibilities in comparison to transmission single sensor solutions used to acquire and analyze PPG signals.

The author presents synthetically the optical properties of biological objects and interaction caused by optical radiation propagation through tissues. Phenomena participating in creation and propagation of the pulse wave as well as the physical basis of optoelectronic methods making possible to detect PPG signals properly have been described.

The fundamentals of the methods which allow the author to design an original specialist software have been presented. This software is able to aid system operation as well as processing and analysis of the PPG signals. The choice and operation of numerical procedures are oriented to process effectively the pulse wave as the major component of these signals.

The work presents a multichannel mobile measuring system that is equipped with the original reflectance sensors made by the author. Numerous tests in order to determine how electrical, optical and mechanical parameters of sensors can influence on parameters of the PPG signals were made before the selection of appropriate sensor structures. Variants of system modules have been tested. The system was also experimentally checked on its operation correctness with the selected test procedures.

A lot of experimental studies with a set of reflectance sensors placed on the selected body sites have been made on a group of representative volunteers. A number of conclusions for research and practical purposes were obtained. The results justify the usefulness of application of the proposed multichannel system for the detection, recording and analysis of PPG signals acquired simultaneously from the appropriate body sites to compare the pulse waveforms.

